

A METHOD OF AND AN APPARATUS FOR PERFORATING AND TREATING THE FACE ZONE OF A WELL

The inventive apparatus is operating as follows.

The apparatus is lowered down into the well on a borehole cable, and the perforator 1 is placed against the interval of the formation to be treated. Where it is to be placed is determined by means of the collar locator 14. At operator's command transmitted through the borehole cable 18, the perforator 1 and the thermal gas generator 5 are started by a control pulse so as to reach their operation conditions in predetermined time. When the perforator is actuated, the shaped charges force the plugs out of the openings 2 in the housing of the perforator 1, punch perforation tunnels in the casing/cement stone 9 and form perforation tunnels in the formation 10. Since the openings in the housing of the perforator are arranged, unlike the standard ones, in a crowded-network helical fashion, the perforation tunnels in the formation will be, therefore, arranged in a crowded-network helical fashion as well. At the final moment of perforator operation, the face zone of the well is subjected to implosive action, and the wellbore fluid enters the implosive chamber 4 through the openings 2 that are thus provided in the housing of the perforator 1 after its operation. As this takes place, the face zone of the formation gets cleansed of injected mud elements, and the perforation tunnels, of baked crust, etc. Gas resulting from burning of fuel in the thermal gas generator is accumulating in its housing. As the internal cavity of the perforator housing and implosive chamber gets filled up with the wellbore fluid, the thermal gas generator reaches its operation conditions. As a result, gas will force the plugs out of the openings in the grill 8 fastened to the connecting unit 7, which joins the thermal gas generator and the perforator. As soon as pressure in the perforator housing exceeds the hydrostatic pressure in the well, the fluid is pressed out through the openings in the perforator

housing thus provided therein after operation of the shaped charges, directionally via the perforation tunnels punched in the casing/cement stone/formation.

Further burning of the charge inside the thermal gas generator will lead to building up high pressure within the housing of the perforator. The jets of hot gas flow through the openings in the perforator out directionally via the preformed perforation tunnels in the well and act on the perforation channels in the formation. As soon as the pressure generated by gas jets exceeds the fracture pressure, the formation will get fractured.

The pressure transducer 15 and the temperature-sensitive element 16 are monitoring the operating conditions of the implosive chamber and thermal gas generator, and numerical values are assigned to their readings by means of the electronic unit 17 to be then transmitted through the borehole cable 18 to the surface. Based on the readings thus obtained, the time of operating the thermal gas generator is determined, the action is evaluated that is exerted on the formation by the implosive chamber, and pressure is evaluated at which the fracture has taken place.

Thus, the proposed method allows, in contrast to many other methods of exerting action on formations, to perform a fracture of the formation without any damage to the integrity of both the casing and the cement stone. Gas pressure developed while the charge is burning in the thermal gas generator is acting directionally on the formation thus being treated and is not distributed over the wellbore – a factor that allows to develop the fracture pressure in the formation and, at the same time, ensure more favorable conditions for the casing.

The combination of perforator and thermal gas generator allows abandoning the combustion chamber in the thermal gas generator, since the housing of perforator and implosive chamber performs the functions of such a chamber.

CLAIMS:

1. A method for perforating and treating the face zone of a well, comprising the steps of: perforating the well by a tubular jet perforator, and exerting an implosive action on the face zone of the well immediately at the moment when the step of perforating the well is over to cause

thereby wellbore fluid to enter the implosive chamber opposite the openings provided during the step of perforating, whereas the volume of the implosive chamber and of the perforator housing is assumed in the ratio of 3 -- 12 : 1, respectively, characterized in that, after the step of exerting an implosive action on the formation, the step of fracturing the formation is performed by applying thereto pressure that exceeds the fracture pressure of the formation, for which purpose a thermal gas generator is started, which burns fuel, and gas resulting from burning of fuel gets accumulated in the perforator housing to act by its directional jets via preformed perforation tunnels on respective perforation channels in the formation, wherein the effect resulting from the action exerted on the formation and performance of the apparatus are evaluated on the basis of the data gained when monitoring continuously the pressure and temperature parameters.

2. An apparatus for perforating and treating the face zone of a well, comprising: a hollow housing with plugged openings, a plurality of shaped charges arranged therein and a means for operating thereof, and an implosive chamber, the internal cavity of which is communicated with the internal cavity of a perforator housing, the ratio between the volume of the implosive chamber and of the housing being 3 – 12 : 1, respectively, characterized in that the apparatus is further provided with a thermal gas generator mounted above the perforator housing joined by means of a connecting unit, in which a grill is fastened that is provided with plugged openings, wherein the characteristic of the charge and the total area of the openings in the grill are selected so as to ensure the fracture pressure of the formation, which is to be built up by hot powder gases that are supplied from the perforator housing via preformed perforation tunnels directly into respective perforation channels in the formation, for which purpose the apparatus is provided with centrizers eliminating any displacement of the perforation chamber relative to the casing, and in that, in order to evaluate both the nature of action and the performance of the apparatus, the latter is further provided with a temperature-sensitive element and a pressure transducer as well as with a collar locator for determining the place where the apparatus is located inside the well.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 162 514** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **E 21 B 43/117, 43/18, 43/25,**
43/26

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000107608/03, 30.03.2000

(24) Дата начала действия патента: 30.03.2000

(46) Дата публикации: 27.01.2001

(56) Ссылки: RU 2072421 C1, 27.01.1997. RU 2072423 C1, 27.01.1997. RU 2075597 C1, 20.03.1997. RU 2131512 C1, 10.06.1999. RU 2138630 C1, 27.09.1999, RU 2139424 C1, 10.10.1999. RU 2088751 C1, 27.08.1997. RU 2114984 C1, 10.07.1998. RU 2075593 C1, 20.03.1997. US 5005641 A, 09.04.1991. US 5295545 A, 22.03.1994.

(98) Адрес для переписки:
450000, г.Уфа, ул. Чернышевского 125/1,
кв.64, Кулаку В.В.

(71) Заявитель:
Падерин Михаил Григорьевич

(72) Изобретатель: Падерин М.Г.,
Кулак В.В., Исхаков И.А., Газизов
Ф.М., Рудаков В.В., Ефанов Н.М., Падерина
Н.Г.

(73) Патентообладатель:
Падерин Михаил Григорьевич

(54) **СПОСОБ ПЕРФОРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИНЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(57) Реферат:

Использование: при эксплуатации нефтяных скважин. Обеспечивает за один спуск-подъем аппаратуры перфорацию скважины, очистку обрабатываемого пласта от колюматизирующих элементов, а сформированных перфорационных каналов в пласте - от корочки запекания и осуществление разрыва пласта. Сущность изобретения: способ и устройство для его осуществления включают перфорацию скважины корпусным кумулятивным перфоратором и имплозионное воздействие непосредственно в момент окончания перфорации скважины для очистки сформированных перфорационных каналов от корочки запекания с помощью имплозионной камеры, внутренняя полость которой соединена с внутренней полостью

перфоратора. После этого срабатывает термогазогенератор, соединенный с перфоратором соединительным узлом, в котором имеется решетка с заглушенными отверстиями. Горячие газы термогазогенератора поступают в корпус перфоратора и через отверстия в его корпусе для кумулятивных зарядов по предварительно сформированным перфорационным каналам воздействуют непосредственно на перфорационные каналы в пласте. Выбирают характеристики заряда, конструкцию устройства и условия работы такими, чтобы обеспечить давление гидроразрыва пласта. Для оценки характера воздействия и характера работы устройства оно снабжено датчиками температуры и давления, а для определения места расположения прибора в скважине - локатором муфт. 2 с.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 162 514 C1

RU 2 162 514 C1

Предлагаемое изобретение относится к средствам для добычи нефти.

Известны способы воздействия на призабойную зону пласта для повышения притока, в которых для образования трещин используется сила взрыва порохового заряда в стволе скважины [1]. При взрыве заряда, установленного в скважине против продуктивного пласта, образуется каверна, увеличивающая диаметр скважины и сеть трещин, расходящихся от скважины в радиальном направлении (гидроразрыв пласта).

Этот метод не всегда даст ожидаемый эффект и часто приводит к повреждению обсадной колонны, цементного камня или обсадной колонны. Кроме того, при использовании быстрогорящих зарядов образуются вертикальные трещины, которые иногда не имеют сообщения с зоной перфорации, что значительно снижает эффект.

Известно устройство для разрыва пласта, включающее термогазогенератор с зарядом из горючего материала и камерой догорания с сопловидными отверстиями. Устройство имеет две имплозионные воздушные камеры, соединительную муфту и датчики. Имплозионные камеры имеют управляемые клапаны для изоляции от окружающей среды и клапан для стравливания воздуха. Соединительная муфта выполнена со сквозными щелями, размещена между имплозионными камерами и обеспечивает возможность сообщения через нее и управляемые клапаны окружающей среды с имплозионными клапанами в рабочем положении устройства. Датчики служат для измерения давления и температуры. Они расположены внутри и снаружи имплозионных камер. Кроме того, устройство имеет баллон с кислотой или наполнителем [2]. Устройство на коротком кабеле опускают в скважину, устанавливают против интервала, подвергнутого обработке. Запускают пороховой заряд, при горении которого выделяется газ, который заполняет камеру догорания, а после достижения гидростатического давления начинает истекать в скважину через сопловидные отверстия, суммарная площадь которых выбрана таким образом, чтобы давление газа в скважине превышало давление гидроразрыва пласта. После окончания работы термогазогенератора устройство опускают и устанавливают соединительную муфту против интервала обрабатываемого пласта. Открывают обрабатываемый клапан, после чего пластовый флюид с расплавленными и растворенными асфальтенами и обломками породы через сквозные радиальные щели затягиваются в имплозионную камеру.

Использование этого устройства доказало высокую эффективность его применения. Так как газ вытекает через сопловидные отверстия камеры догорания, то давление воздействует на обсадную колонну, цементное кольцо, и только часть давления воздействует непосредственно на обрабатываемый пласт. Кроме того, если прибор не будет установлен непосредственно напротив интервала перфорации, то воздействие давления будет направлено только на обсадную колонну и цементное кольцо, что может привести к

нарушению скважины.

За прототип могут быть выбраны способ перфорации и обработки призабойной зоны скважины и устройство для его осуществления [3]. Способ перфорации и обработки призабойной зоны скважины включает перфорацию скважины корпусным кумулятивным перфоратором и имплозионное воздействие на призабойную зону скважины непосредственно в момент окончания перфорации скважины. При имплозионном воздействии осуществляется отбор скважинной жидкости в имплозионную камеру напротив сформированных при перфорации отверстий. При этом очищается призабойная зона пласта от кольматирующих элементов, а сформированные перфорационные каналы - от корочки запекания. Устройство для его осуществления включает полый корпус с заглушенными отверстиями и размещенные в нем кумулятивные заряды, устройства для их срабатывания (детонирующий шнур, взрывной патрон, электропривод, соединяющий взрывной патрон с через кабельную головку с бронированным кабелем) и имплозионную камеру, внутренняя поверхность которой соединена с внутренней полостью корпуса, причем соотношение объемов имплозионной камеры и корпуса составляет (3-12):1 соответственно.

Применение способа доказало его эффективность. Но не всегда достигается ожидаемый эффект - получение из скважины дополнительного притока нефти. В призабойной зоне скважины образуется мощная зона кольматации, которую не всегда можно пройти с помощью перфорационных зарядов. Кроме того, перфорационные каналы имеют небольшую площадь, быстро забиваются кольматирующим материалом. Для стабильного притока нефти из пласта необходимо, чтобы площадь вскрытия пласта была достаточно большой. Использование прототипа энергетики для разрыва пласта недостаточно.

Предлагается способ перфорации и обработки призабойной зоны скважины, включающий перфорацию скважины корпусным кумулятивным перфоратором, при которой пробиваются перфорационные каналы в колонне, цементном кольце и формируются перфорационные каналы в обрабатываемом пласте. Непосредственно в момент окончания перфорации осуществляют имплозионное воздействие на призабойную зону скважины с отбором скважинной жидкости в имплозионную камеру напротив сформированных при перфорации каналов в пласте. При этом происходит очистка призабойной зоны пласта от кольматирующих элементов, а перфорационных каналов - от корочки запекания и др. Выбор объемов имплозионной камеры обусловлен так, чтобы суммарный объем имплозионной камеры не менее чем в три раза превышал объем сформированных перфорационных каналов, т.к. только при таком соотношении возможно обеспечить воздействие на пласт, достаточное для очистки каналов.

После имплозионного воздействия на пласт производят разрыв пласта давлением, превышающим давление гидроразрыва. Для этого поджигают заряд термогазогенератора одновременно с запуском перфоратора. При горении заряда выделяется газ, который

заполняет корпус термогазогенератора. К моменту заполнения камер скважинной жидкостью термогазогенератор выходит на режим, горячий газ попадает в корпус перфоратора и под большим давлением истекает из отверстий перфоратора, открывшихся при срабатывании кумулятивных зарядов. Струи газа направлены по предварительно проделанным перфорационным каналам непосредственно в перфорационные каналы в пласте. Когда давление, оказываемое на перфорационные каналы в пласте, будет превышать давление гидроразрыва, произойдет разрыв пласта. Так как давление между перфорационными каналами в пласте ослаблено, первичные трещины образуются между ними.

Контроль за работой устройства и оценку его воздействия на пласт осуществляют при помощи непрерывно регистрируемых графиков давления и температуры во времени. Место установки прибора выбирается при помощи локатора муфт.

Предлагается устройство для перфорации и обработки призабойной зоны скважины (см. чертеж), которое включает полый корпус перфоратора 1 с заглушенными отверстиями 2 с размещенными в нем кумулятивными зарядами 3 и устройством для их срабатывания. Ниже расположена имплозионная камера 4, внутренняя полость которой соединена с внутренней полостью корпуса перфоратора, причем соотношение объемов имплозионной камеры и корпуса составляет (3-12):1 соответственно. Выше корпуса перфоратора установлен термогазогенератор 5 с зарядом 6 из горючего материала. Термогазогенератор присоединен к корпусу перфоратора при помощи соединительного узла 7, в котором закреплена решетка 8 с заглушенными отверстиями. Подбирают характеристики заряда (массу и время его горения) и суммарную площадь отверстий в решетке 8 такими, чтобы струи горячих пороховых газов, вытекающих из отверстий 2 перфоратора 1 направленно в предварительно сформированные перфорационные каналы в пласте, создавали давление гидроразрыва, превышающее горное в 1,5 - 1,8 раза (в зависимости от характеристик пласта). Давление в перфорационных каналах в пласте определяется давлением торможения газового потока с учетом тепловых потерь. Поэтому важно, чтобы струи газа были направлены по предварительно проделанным перфорационным каналам в обсадной колонне и цементном камне 9 непосредственно в перфорационные каналы в пласте 10. Для этого устройство снабжено центраторами 11, исключающими перемещение перфорационной камеры относительно обсадной колонны.

В кабельной головке 12 расположен блок контроля 13, включающий в себя локатор муфт 14 для привязки прибора по глубине, датчики давления 15 и температуры 16, показания которых оцифровываются в блоке электронике 17 и по каротажному кабелю 18 передаются на поверхность.

Устройство работает следующим образом.

Устройство на каротажном кабеле опускают в скважину и устанавливают перфоратор 1 против интервала пласта, подлежащего обработке. Место установки

определяют с помощью локатора муфт 14. По команде оператора, переданной по каротажному кабелю 18, импульсом тока запускают перфоратор 1 и термогазогенератор 5 с определенным временем выхода на режим. При срабатывании перфоратора кумулятивные заряды выбивают заглушки из отверстий 2 в корпусе перфоратора 1, пробивают перфорационные каналы в обсадной колонне - цементном камне 9 и формируют перфорационные каналы в пласте 10. Т.к. отверстия в корпусе перфоратора расположены в винтообразном порядке, по сгущенной сети, в отличие от стандартных, то и перфорационные каналы в пласте расположены в винтообразном порядке по сгущенной сети. В момент окончания работы перфоратора осуществляется имплозионное воздействие на призабойную зону скважины с отбором скважинной жидкости в имплозионную камеру 4 через отверстия 2 корпуса перфоратора 1, открывшиеся после его срабатывания. При этом происходит очистка призабойной зоны пласта от кольматирующих элементов, а перфорационных каналов - от корочки запекания и др. При горении топлива термогазогенератора выделяется газ, который накапливается в его корпусе. К моменту заполнения внутренней полости корпуса перфоратора и имплозионной камеры скважинной жидкостью термогазогенератор выходит на режим. Газ выбивает заглушки из отверстий решетки 8, закрепленной в соединительном узле 7 термогазогенератора и перфоратора. После достижения давления в корпусе перфоратора, превышающего гидростатическое давление в скважине, жидкость выдавливается через отверстия в корпусе перфоратора, открывшиеся после срабатывания кумулятивных зарядов, направленно по перфорационным каналам, пробитым в обсадной колонне - цементном камне-пласте.

Дальнейшее горение заряда термогазогенератора создает в корпусе перфоратора большое давление. Струи горячего газа вытекают через отверстия перфоратора направленно по предварительно сформированным перфорационным каналам в скважине и воздействуют на перфорационные каналы в пласте. Когда давление, созданное струями газа, будет превышать давление гидроразрыва, произойдет разрыв пласта.

Режим работы имплозионной камеры и термогазогенератора контролируется датчиками давления 15 и температуры 16, показания которых с помощью электронного блока 17 оцифровывают и по каротажному кабелю 18 передают на поверхность. По полученным показаниям определяют время работы термогазогенератора, оценивают воздействие на пласт, производимое имплозионной камерой, и определяют давление, при котором произошел гидроразрыв.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет, в отличие от многих методов воздействия на пласт, осуществить разрыв пласта, не нарушая целостность обсадной колонны и цементного камня. Давление газа при горении заряда термогазогенератора направленно воздействует на обрабатываемый пласт, а не распределяется

по стволу скважины, что позволяет достичь в пласте давления разрыва и в то же время обеспечить щадящий режим воздействия на обсадную колонну.

Совмещение перфоратора и термогазогенератора позволяет отказаться от камеры догорания термогазогенератора, т.к. ей служит корпус перфоратора и имплозионной камеры.

Предлагаемая аппаратура позволяет за один спуск-подъем аппаратуры осуществить перфорацию скважины, очистить обрабатываемый пласт от кольматирующих элементов, а сформированные перфорационные каналы в пласте - от корочки запекания и разорвать пласт, создавая направленные трещины, соединяющие перфорационные каналы в пласте в единую винтовую трещину по всей мощности вскрываемого интервала пласта. Применение отдельно перфоратора с имплозионной камерой, а потом спуск в скважину термогазогенератора приведет к тому, что давление горячего газа, поступающего из термогазогенератора, будет воздействовать на обсадную колонну, а не на пласт. Если в камере догорания термогазогенератора использовать сопловые отверстия, совпадающие по форме и расположению с отверстиями в перфораторе, то невозможно будет расположить их строго по предварительно сформированным перфорационным каналам. Это приведет к нарушению обсадной колонны, т.к. воздействие давления газа будет направлено не на пласт, а на локальные участки обсадной колонны. При этом воздействие на обрабатываемый пласт либо не осуществится, либо сила воздействия будет незначительной. Совмещение устройств позволяет исключить дополнительный спуск аппаратуры в скважину, добиться высокой эффективности работ.

Список литературы

1. US, Авторское свидетельство N 1803544, кл. E 21 B, 43/248, 1993.
2. US, Патент N 2090749, "Устройство для разрыва пласта", заявка N 96106760 от 15 апреля 1996 г., опубликован 20.09.97 Бюл. N 26.
3. US, патент РФ 2072421, E 21 B 43/117, 43/18,43/25, заявка 96107208/03 от 19.04.96 г. "Способ перфорации и обработки призабойной зоны скважины и устройство для его осуществления", опубликован 27.01.97, Бюл. N 3, 1997 г.

Формула изобретения:

1. Способ перфорации и обработки

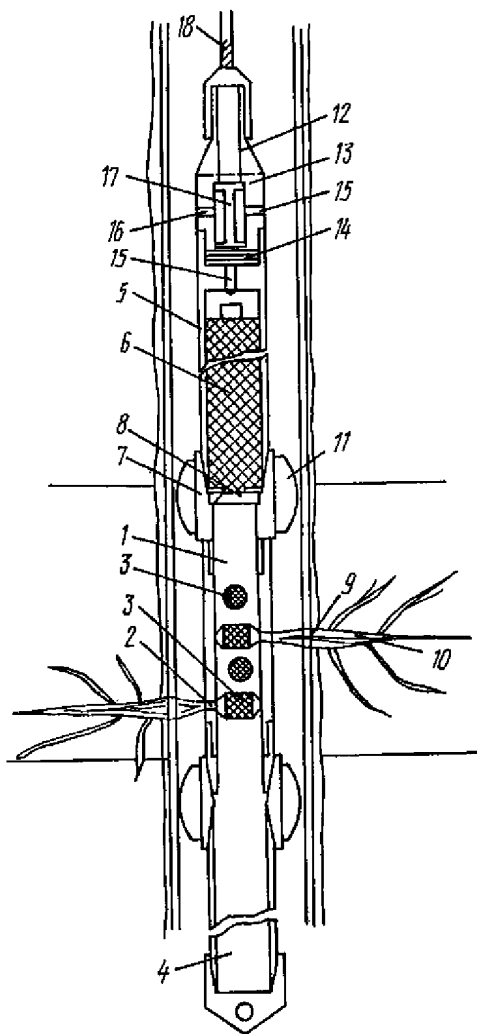
призабойной зоны скважины, включающий перфорацию скважины корпусным кумулятивным перфоратором и имплозионное воздействие на призабойную зону скважины непосредственно в момент окончания перфорации скважины с отбором скважинной жидкости в имплозионную камеру напротив сформированных при перфорации отверстий, а объем имплозионной камеры и корпуса перфоратора принимают в соотношении 3 - 12 : 1 соответственно, отличающийся тем, что после имплозионного воздействия на пласт производят разрыв пласта давлением, превышающим давление гидроразрыва пласта, для этого запускают термогазогенератор, при горении топлива которого выделяется газ, который попадает в корпус перфоратора, и направленными струями по предварительно сформированным перфорационным каналам воздействует на перфорационные каналы в пласте, оценивают эффект воздействия на пласт и характер работы устройства по данным непрерывной регистрации во времени параметров давления и температуры.

2. Устройство для перфорации и обработки призабойной зоны скважины, включающее полный корпус с заглушенными отверстиями, размещенные в нем кумулятивные заряды и устройство для их срабатывания и имплозионную камеру, внутренняя полость которой соединена с внутренней полостью корпуса перфоратора, причем соотношение объемов имплозионной камеры и корпуса составляет 3 - 12 : 1 соответственно, отличающийся тем, что оно снабжено термогазогенератором, установленным выше корпуса перфоратора, присоединенного при помощи соединительного узла, в котором закреплена решетка с заглушенными отверстиями, причем характеристика заряда и суммарная площадь отверстий в решетке выбирается так, чтобы обеспечить давление гидроразрыва пласта, созданное струями горячих пороховых газов, направленных из корпуса перфоратора по предварительно сформированным перфорационным каналам непосредственно в перфорационные каналы в пласте, для этого устройство снабжено центраторами, исключающими перемещение перфорационной камеры относительно обсадной колонны, для оценки характера воздействия и характера работы устройства оно снабжено датчиками температуры, давления, а для определения места расположения прибора в скважине - локатором муфт.

55

60

RU 2162514 C1



RU 2162514 C1